

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl⁶

H04L 7/00

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 96180437.8

[43]公开日 1999年9月22日

[11]公开号 CN 1229548A

[22]申请日 96.9.17 [21]申请号 96180437.8

[86]国际申请 PCT/US96/14854 96.9.17

[87]国际公布 WO98/12835 英 98.3.26

[85]进入国家阶段日期 99.3.16

[71]申请人 西科姆公司

地址 美国亚利桑那州

[72]发明人 B·A·科克伦 R·D·麦卡利斯特

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

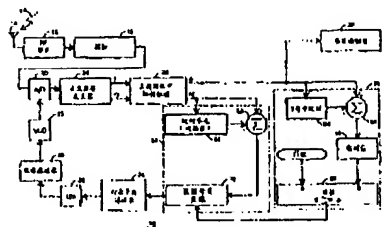
代理人 程天正 王岳

权利要求书 5 页 说明书 8 页 附图页数 2 页

[54]发明名称 基于复数样本幅度的符号定时的恢复

[57]摘要

数字通信接收机(10)的每个符号取基带模拟信号(12)的一个复数样本(20)。直角到极坐标转换器(26)把复数样本的相位属性与幅度属性区分开。相位处理器(28)鉴别时钟调整时机,它是在接连的符号之间发生相对较大的相位改变时出现。幅度处理器(32)只在时钟调整时机期间影响符号定时。幅度处理器(32)当在时钟调整时机期间检测到减小的幅度变化时,提前锁相环中的符号定时。以及当在时钟调整时机期间检测到增加的幅度变化时,延迟锁相环中的符号定时。内插器(66)可被用来估值在样本之间的幅度值,以便确定在采样的幅度值与估值的幅度值之间的幅度改变。



ISSN 1008-4274

专利文献出版社出版

权 利 要 求 书

1. 在数字通信接收机 (10) 中从被构成为符号流的模拟信号 (12) 中恢复符号定时的方法, 其中改进包括以下步骤:
 - 5 产生 (22) 规定符号定时的时钟信号;
根据所述时钟信号来采样 (20) 所述模拟信号, 以便产生对于每个符号的复数样本;
把所述复数样本的幅度属性与所述复数样本的相位属性区分开 (26), 以使得所述幅度属性对于相位改变基本上是不敏感的; 以及
 - 10 根据至少所述幅度属性的一部分, 调整 (32) 由所述时钟信号规定的所述符号定时.
2. 如权利要求 1 所要求的恢复符号定时的方法, 其特征在于, 附加地包括以下步骤:
 - 15 根据所述复数样本的所述相位属性, 鉴别 (28) 时钟调整时机; 以及
使得与时钟调整时机近似一致的幅度属性起作用 (70), 以便调整所述符号定时.
3. 如权利要求 2 所要求的恢复符号定时的方法, 其特征在于, 其中:
 - 20 所述鉴别步骤包括确定在所述相位属性中发生的改变的步骤 (60); 以及
所述时钟调整时机是根据在所述相位属性中的所述改变而被鉴别的.
4. 如权利要求 3 所要求的恢复符号定时的方法, 其特征在于, 其中所述鉴别步骤 (28) 还包括以下步骤:
 - 25 把相对较大的相位改变的发生确定为时钟调整时机; 以及
把相对较小的相位改变的发生确定为非时钟调整时机.
5. 如权利要求 1 所要求的恢复符号定时的方法, 其特征在于, 其中所述调整步骤包括以下步骤: 检测在所述幅度属性中在至少部分的符号内发生的变化 (68), 以使得所述符号定时根据幅度改变而被调整.
- 30 6. 在数字通信接收机 (10) 中从被构成为符号流的模拟信号 (12) 中恢复符号定时的方法, 其中改进包括以下步骤:
 - 产生 (22) 规定符号定时的时钟信号;

根据所述时钟信号来采样 (20) 所述模拟信号, 以便产生对于每个符号的复数样本;

根据由所述复数样本呈现的相位关系, 鉴别 (28) 时钟调整时机;
以及

5 根据由所述复数样本在近似的所述鉴别的时钟调整时机时呈现的幅度关系, 调整 (32) 由所述时钟信号规定的所述符号定时。

7. 如权利要求 6 所要求的恢复符号定时的方法, 其特征在于, 附加地包括以下步骤: 产生 (26) 对于每个复数样本的幅度值和相位值。

8. 如权利要求 6 所要求的恢复符号定时的方法, 其特征在于, 其中
10 所述采样步骤 (20) 被做成以小于每个符号两个复数样本的速率采样所述模拟信号。

9. 如权利要求 6 所要求的恢复符号定时的方法, 其特征在于, 附加地包括以下步骤: 检测由所述模拟信号输送的数据 (30), 所述检测数据的步骤是根据所述复数样本进行的。

15 10. 如权利要求 6 所要求的恢复符号定时的方法, 其特征在于, 其中:

所述鉴别步骤包括确定在所述相位关系中发生的改变 (56); 以及
所述时钟调整时机是根据在所述相位关系中的所述改变而被鉴别的。

20 11. 如权利要求 10 所要求的恢复符号定时的方法, 其特征在于, 其中所述鉴别步骤还包括以下步骤:

把相对较大的相位改变的发生确定 (60) 为时钟调整时机; 以及
把相对较小的相位改变的发生确定 (60) 为非时钟调整时机。

12. 如权利要求 10 所要求的恢复符号定时的方法, 其特征在于, 其中
25 所述鉴别步骤还包括以下步骤:

建立 (60) 大于 $\pi/4$ 的门限;

把在接连的符号之间的大于所述门限的相位改变的发生确定 (60)
为时钟调整时机; 以及

30 把在接连的符号之间的小于所述门限的相位改变的发生确定 (60)
为非时钟调整时机。

13. 如权利要求 6 所要求的恢复符号定时的方法, 其特征在于, 其中
所述调整步骤包括以下步骤: 检测 (68) 在所述幅度关系中在至少部

分的符号内发生的改变，该部分的符号基本上与所述时钟调整时机相一致。

14. 如权利要求 13 所要求的恢复符号定时的方法，其特征在于，其中所述调整步骤还包括以下步骤：当在所述检测步骤中检测到增加的幅度关系时，提前所述符号定时。

15. 如权利要求 13 所要求的恢复符号定时的方法，其特征在于，其中所述调整步骤还包括以下步骤：当在所述检测步骤中检测到减小的幅度关系时，延迟 (66) 所述符号定时。

16. 如权利要求 6 所要求的恢复符号定时的方法，其特征在于，其中：

所述采样步骤在采样时刻采样所述模拟信号，从而所述复数样本及其所述幅度关系相应于在所述采样时刻的所述模拟信号；

所述调整步骤包括以下步骤：内插 (66) 由所述复数样本在所述采样时刻呈现的所述幅度关系，以便估值在所述采样时刻之间出现的幅度关系；以及

所述调整步骤还包括确定 (68) 在所述幅度关系与所述估值的幅度关系之间的变化的步骤。

17. 在接收模拟信号 (12) 的数字通信接收机 (10) 中用于恢复被构成为符号流的符号定时的符号同步器，其中改进内容包括：

20 振荡器 (22)，用于产生规定符号定时的时钟信号；

模拟-数字转换器 (20)，被耦合到所述振荡器 (22)，用于采样所述模拟信号，以产生对于每个符号的复数样本；

相位处理器 (28)，被耦合到所述转换器 (20)，用于根据由所述复数样本呈现的相位关系，鉴别时钟调整时机；以及

25 幅度处理器 (32)，被耦合到所述转换器 (20)、所述相位处理器 (28) 和所述振荡器 (22)，用于根据由所述复数样本在近似的所述鉴别的时钟调整时机时呈现的幅度关系，调整由所述时钟信号规定的所述符号定时。

18. 如权利要求 17 所要求的符号同步器，其特征在于，附加地包括
30 直角到极坐标转换器 (26)，它具有耦合到所述模拟-数字转换器 (20) 的输入端，具有耦合到所述相位处理器 (28) 的相位输出端，具有耦合到所述幅度处理器 (32) 的幅度输出端。

19. 如权利要求 17 所要求的符号同步器, 其特征在于, 其中所述振荡器 (22) 和所述转换器 (20) 被做成以小于每个符号两个复数样本的速率采样所述模拟信号。

20. 如权利要求 17 所要求的符号同步器, 其特征在于, 其中所述相位处理器 (28) 包括:

延时单元 (54), 被耦合到所述转换器 (20), 用于在当前时刻产生由所述复数样本在过去的时刻呈现的相位关系; 以及

减法器 (56), 被耦合到所述转换器 (20) 和所述延时单元 (54), 用于确定在所述当前的和过去的时刻之间的所述相位关系中发生的改变。

21. 如权利要求 20 所要求的符号同步器, 其特征在于, 附加地包括比较单元 (60), 它被耦合到所述减法器 (56), 所述比较单元被做成使得相对较大的相位改变的发生被规定为时钟调整时机, 以及使得相对较小的相位改变的发生被规定为非时钟调整时机。

22. 如权利要求 17 所要求的符号同步器, 其特征在于, 其中所述幅度处理器 (32) 包括:

延时单元 (66), 被耦合到所述转换器 (20), 用于在当前时刻产生由所述复数样本在过去的时刻呈现的幅度关系, 所述当前的和过去的时刻是与所述时钟调整时机之一近似一致; 以及

减法器 (68), 被耦合到所述转换器 (20) 和所述延时单元 (66), 用于确定在所述当前的和过去的时刻之间的所述幅度关系中发生的改变。

23. 如权利要求 22 所要求的符号同步器, 其特征在于, 其中所述幅度处理器 (32) 被做成与所述振荡器 (22) 协同工作以使得当所述减法器在所述时钟调整时机中的一个时钟调整时机期间检测到增加的幅度关系时, 符号定时被提前, 以及以使得当所述减法器在所述时钟调整时机中的一个时钟调整时机期间检测到减小的幅度关系时, 所述符号定时被延迟。

24. 如权利要求 22 所要求的符号同步器, 其特征在于, 其中:

所述振荡器 (22) 和所述转换器 (20) 被做成在采样时刻采样所述模拟信号, 以使得所述复数样本及其所述幅度关系相应于在所述采样时刻的所述模拟信号; 以及

所述延时单元(66)包括内插器,它被配置来估值在所述采样时刻之间出现的幅度关系。

说明书

基于复数样本幅度的符号定时的恢复

技术领域

- 5 本发明总的涉及数字通信领域。更具体地，本发明涉及把数字接收机同步到符号定时。

背景技术

- 在数字通信接收机中，元件的费用、可靠性、以及电源消耗的改善可以通过以较低的时钟速率运行或通过需要较少的元件来实现。但是，
10 数字通信接收机的用途是恢复所传输的信息，而当接收机以较高的数据速率检测数据时则可以恢复更大的信息量。通常地，以较高的数据速率运行需要以较高的时钟速率运行，或在同时运行并行的信道时需要增加元件的数目。

- 数字通信接收机的一个特别麻烦的特性是符号同步。一个符号是一个离散的时间间隔，在该时间间隔内接收信号输送一个数据单元。数据单元可包括一个或多个比特，最终的数据速率正比于符号速率。传统的数字通信接收机通过检测正交分量经历零交叉的点来计算符号定时同步误差。不幸地，这些点很难检测。因此，在传统的数字通信接收机中，符号同步要求进入的模拟信号以每个符号两个或两个以上的复数样本的速率被采样。然而，一旦达到符号同步，对于数据检测，实际上只需要
20 每个符号一个复数样本。因而，符号同步特性通常要求数字接收机以比起对于数据检测所需要的时钟速率更高的时钟速率运行。

- 而且，零交叉点是在符号内的最坏可能的采样点。因此，当采样点被拉到离交叉点尽可能远时才发生符号同步。不幸地，这种技术导致次
25 最佳运行，因为被检测的特性（即，零交叉点）不是确定最佳采样点的信号特性。

- 几种先有的数字接收机通过使用每个符号只是一个复数样本来达到符号同步。然而，这样的数字接收机对于载波同步与频率偏移（例如是由多卜勒造成的）是极其敏感的。换句话说，这样的接收机只是在需要
30 载波同步以及对频偏有严格的控制的情况下才是有用的。在需要快速捕获或在存在重大的频偏的情况下，这些接收机实际上是无用的。

发明揭示

因此, 本发明的优点是提供了改进的符号同步装置设备和方法。

另一个优点是, 本发明可以基于每个符号少于两个复数样本来数字地恢复符号定时。

5 另一个优点是, 本发明可容忍重大的频率偏移。

另一个优点是, 本发明可快速地获取符号定时。

本发明的以上的和其它的优点是以这样的方式来实现的, 即在数字通信接收机内借助了一种从被组构成符号流的模拟信号中恢复符号同步定时的方法。该方法产生规定符号定时的时钟信号。模拟信号响应于时钟信号而被采样, 从而产生出对于每个符号的复数样本。复数样本的幅度属性同复数样本的相位属性被区分开, 以使得幅度属性对于相位变化很不敏感。由时钟信号确定的定时根据至少一部分幅度属性来进行调整。

10

附图概述

当结合附图来考虑时, 参照详细说明和权利要求可达到对本发明的更全面的了解, 在所有图中, 相同的参考数字是指同样的部件, 以及:

图 1 显示了按照本发明配置的数字通信接收机的方框图;

图 2 显示了相位星座图;

20 图 3 显示了示例的幅度信号的时序图; 以及

图 4 显示了示例的幅度信号的时序图和该幅度信号的延时的估值。

实现本发明的最佳模式

图 1 显示了数字通信接收机 10 的方框图。接收机 10 从进入的模拟载波信号 12 恢复数字数据。载波信号 12 被做成离散的时间间隔流, 在下面称之为符号。符号具有相等的持续时间, 每个符号输送一个数据单元。一个数据单元输送一个或多个比特。最好是, 信号 12 通过使用某种形式的非恒定包络调制, 例如 M 进制 PSK、N-QAM 等而被调制。

25

信号 12 在天线 14 处被接收。天线 14 耦合到 RF (射频) 部分 16。RF 部分 16 可以包括 RF 滤波、固定频率振荡器、下变频电路、和传统地被包括在射频接收机的 RF 部分中的其它部件。RF 部分 16 优选地产生信号 12 的实质上基带的模拟形式。RF 部分 16 的输出端耦合到模拟预处理

30

电路 18 的输入端。电路 18 包括抗混入滤波、自动增益控制 (AGC)、和通常用来调整模拟信号以用于数字化的其它电路。预处理电路 18 的输出耦合到模拟-数字 (A/D) 转换器 20 的信号输入端。A/D 转换器 20 把信号 12 的基带形式数字化为样本, 它表征了信号 12 的基带形式在各个不同采样瞬间的幅度。

5 压控振荡器 (VCO) 22 的输出端产生时钟信号, 它确定 A/D 转换器 20 藉以对信号 12 进行采样道 b 号速率振荡。A/D 转换器 20 对于每个符号取小于两个或优选地正好一个复数样本。按照本发明做成的符号同步器调整符号定时, 使得对于每个符号所取的复数样本在符号内的所想要的点处发生。

10 A/D 转换器 20 的输出耦合到正交数据发生器 24。正交数据发生器 24 把信号 12 的数字样本转换成信号的 I 和 Q 正交分量的数字直角坐标特征。优选的实施例使用熟知的希伯特 (Hilbert) 变换技术来把采样的载波数据对变换成 I 和 Q 数据值, 但也可使用本领域技术人员已知的其它方法。这些 I 和 Q 数据值表示按照直角坐标系统的 I 和 Q 正交分量。

15 在优选实施例中, 正交数据发生器 24 产生一个复数样本, 它包括对于每个符号的 I 和 Q 数据值。

正交数据发生器 24 具有一个 I 输出端和一个 Q 输出端, 每个输出端耦合到一个直角到极坐标转换器 26。转换器 26 产生相位角 (θ) 和幅度 (M) 属性值, 它们相应于在由正交数据发生器 24 所提供的 I 和 Q 正交值之间所表示的相位关系。在优选实施例中, 在把复数信号的相位属性同幅度属性分开时, 使用了 Cordic 变换处理, 但本领域的技术人员在特定的应用中可采用其它技术, 例如查找表等。转换器 24 优选地对于每个符号进行一次转换。

25 转换器 26 的相位输出端耦合到相位处理器 28 和数据寄存器 30。相位处理器 28 处理与幅度值分开的相位值, 以便有助于恢复符号定时。对于 PSK 调制形式, 数据检测器 30 使用从复数样本得到的相位数值以恢复由信号 12 输送的数据。对于 QAM 调制形式, 数据检测器 30 可附加地使用幅度值, 或数据检测器 30 可替换地使用 I 和 Q 值。来自数据检测器 30 的输出提供相应于由信号 12 输送的数据的数据流。另外, 数据检测器 30 可以提供软判决数据。

转换器 26 的幅度输出耦合到幅度处理器 32。幅度处理器 32 处理幅度值，以便有助于恢复符号定时。具体地，幅度处理器 32 接收来自相位处理器 28 的使能输入。这使得输入能鉴别何时允许幅度属性数据影响对符号定时作出的调整。来自幅度处理器 32 的输出耦合到行程平均滤波器 34，其输出驱动数字-模拟 (D/A) 转换器 36。D/A 转换器 36 具有耦合到环路滤波器 38 的输入端的输出端，环路滤波器 38 的输出端耦合到 VCO 22 的控制输入端。

图 2 显示了用于 QPSK 调制器的相位星座图。本领域的技术人员将看到，图 2 显示 QPSK 调制，它仅作为有助于教导本发明的一个例子，本发明并不限于这种调制形式。图 2 描绘了四个复数点 40a、40b、40c、和 40d。点 40a-40d 显示了在用于以单个符号输送两个数据比特的信号 12 的同相 (I) 和正交 (Q) 分量之间的理论上理想的关系。在任何的信号符号期间仅仅输送了由复数点 40a-40d 描绘的关系中的一个。A/D 转换器 20、正交数据发生器 24、和直角到极坐标转换器 26 () 一起产生对于每个符号的一个复数样本，它最好是类似于点 40a-40d 之一。然而，这个复数样本由于存在噪声和其它因素总是不能精确地等于点 40a-40d 中的任一个。数据检测器 30 (见图 1) 通过确定复数样本最接近地相似于复数点 40a-40d 中的哪一个，从而可鉴别在符号期间被输送的特定的两个数据比特。

除了噪声以外，符号定时是确定复数样本近似于点 40a-40d 的程度的因素之一。转移轨迹 42、44、和 46 关系中可能出现的示例性变化。如果符号定时不是近似正确的，则接收机 10 (见图 1) 藉以进行工作的复数样本可以对应于转移轨迹 42、44、和 46 上的任何位置，而不是点 40a-40d。因此，在符号内采样时刻相距近似正确的符号定时越远，则数据检测器 30 将越可能产生坏数据。

图 2 显示了复数关系的相位和幅度属性随信号 12 在点 40a-40d 之间转移时的变化。不幸地，相位属性可能由于其它正常地遇到的因素例如由不良的载波同步、多卜勒等造成的频偏而进一步地改变。频偏对相位属性的影响使得利用相位信息来确定正确的符号定时不理想。相位信息的重要部分可能表征频偏，而不是在点 40a-40d 之间的转移。另一方面，幅度属性随信号 12 在之间转移而改变，但仍保持对于频偏的相当不敏感性。

图 3 显示了信号 12 的示例性幅度分量 48 在它从符号 T-3 通过符号 T-2、T-1、和 T 时的时序图。图 3 显示了在符号 T-3 到 T 期间由信号 12 输送的特定的数据组作为用于教导本发明的例子。本领域的技术人员将看到，本发明并不限于任何特定的数据组合。在图 3 中所描绘的示例性数据组合在符号 T-3 和 T-2 之间相位转移 0 弧度，在符号 T-2 和 T-1 之间相位转移 $\pi/2$ 弧度，在符号 T-1 和 T 之间相位转移 π 弧度。因而，幅度分量 48 描绘了分别为转移轨迹 42、44、和 46 的幅度属性，如图 2 所示。

最好是，采样时刻 50 集中地位于符号内，并在接收机 10 中当信号 12 最接近地呈现由点 40a-40d 所描绘的 I-Q 关系时发生（见图 2）。通常，当相位改变一小点时幅度改变一小点，但在采样时刻 50 之间遇到相位改变时幅度通常减小然后增加。而且，减小和增加量在相位改变量增加时变得更为显著。

在转移轨迹 42 期间，幅度信息并不提出如何调整规定符号时序的 VCO 时钟信号。而且，如图 3 所示，在轨迹 42 期间，幅度甚至可呈现轻微的增加，后面接着轻微的减小，它是和在轨迹 44 和 46 期间（在此时遇到更大的相位改变量）呈现的幅度信号特性相反。因此，在轨迹 42 期间，当向着最佳采样时刻 40 收敛时，基于幅度属性而对符号定时的任何的调整至少多半是远离最佳采样时刻发散的。因此，就像轨迹 42 所显示的那样的幅度改变情形被规定为不是进行时钟调整的机会。

另一方面，轨迹 44 和 46 显示了一致的信号特性。随着采样时刻 50 总的接近于其中幅度属性达到最大值的时间点，并远离其中幅度属性达到最小值的时间点，则采样时刻 50 大致地收敛到最佳点。然而，如在点 52 处所示，采样时刻 50 希望不是精确地定时在幅度属性是最大值的地方。在 PSK 调制格式中，过冲或振铃常常使得幅度属性在经过最佳采样时刻 50 以后达到最大值。在 QAM 调制格式中，某些数据状态在比起其它的来说减小的幅度处被输送。因此，就像轨迹 44 和 46 所显示的那样的幅度改变情形被规定为进行时钟调整的机会。

回过去参照图 1，相位处理器 28 评估相位属性，以便把时钟调整时机与不是时钟调整时机的时间间隔区分开。然而，相位处理器 28 是根据差分相位工作的，它对于频偏是相当不敏感的。具体地，每个符号的相位值被提供给一个符号的延时单元 54 以及提供给减法器 56 的正输入

端。延时单元 54 的输出端耦合到减法器 56 的负输入端。减法器 56 的输出端耦合到绝对值单元 58，而绝对值单元 58 的输出端耦合到比较单元 60 的“B”输入端。恒定的门限值被加在比较单元 60 的“A”输入端处。当在“B”输入端处的相位改变值大于在“A”输入端处的门限值时，比较单元 60 的输出端激活。这个输出耦合到幅度处理器 32。

在当前的时刻，延时单元 54 提供在过去时刻正确的相位值。具体地，该过去时刻是从当前时刻延时的一个符号。这样，减法器 56 确定在接连的符号之间的相位属性的变化。这些变化对于频偏是相当不敏感的，因为在仅仅一个符号的时间间隔内发生的任何频偏典型地只引起最小的相位误差。绝对值单元 58 消除任何正号的或负号的信息，以使

得未处理的相位改变数据被提供给比较单元 60。

相位处理器 28 根据相位改变鉴别时钟调整时机。在给定的时间单元内（即一个符号延时）出现的较大的相位改变量被规定为时钟调整时机，而较小的相位改变量被规定为非时钟调整时机。提供给“”输入端的门限值设置了确定在时钟调整时机与“非”时钟调整时机之间的差值的门限。这个门限的精确值在本发明中不是关键的参量。可接受的结果看来是只要门限被设置为大于 $\pi/4$ 弧度是可得到的，当门限被设置为大于 $\pi/2$ 弧度时甚至可更好的结果。

更好的结果是因为更大的相位改变。回过去参照图 3，在符号 T 期间，最大值幅度点 52 明显地出现在想要的采样时刻 50 以后。对于大于 $\pi/2$ 弧度的相位改变量，点 52 出现在符号 T 的起始后大约 3/4 的符号 T 的持续期处。

图 4 显示了在符号 T 期间（见图 2）当信号 48 遵循转移轨迹 46（见图 2 和 3）时的示例性幅度信号 48 的时序图。另外，图 4 显示了幅度信号 48 的延时的估值 64。延时的估值信号 64 和幅度信号 48 的交叉发生在大约是符号 T 的中心，并与想要的采样时刻大约相符。

回过去参照图 1，幅度处理器 32 包括延时单元 66 和减法器 68。减法器 68 的正输入端和延时单元 66 的输入端，其每个接收对于每个符号的 I-Q 关系的幅度属性。延时单元 66 的输出端耦合到减法器 68 的负输入端。减法器 68 的输出端耦合到数据开关 70 的数据输入端。由相位处理器 28 的比较单元 60 提供的使能信号被路由到数据开关 70 的使能输入端，以及数据开关 70 的输出端耦合到行程平均滤波器 34 的输入端。

对于每个当前的时刻，延时单元 66 产生由幅度信号 48 (见图 4) 在过去时刻呈现的数值的估值。在优选实施例中，延时单元 66 是具有半个符号持续期的固定延时的内插器。这样，对于每个符号，延时单元 66 提供在半个符号以前已被采样的幅度信号 48 呈现的数值的估值。在
5 优选实施例中，使用 Farrow 内插结构来估值在样本之间的幅度，但本领域的技术人员在特定的应用中可采用其它内插和滤波技术。因此，延时单元 66 产生在符号 T 期间的延时估值 64 (见图 4)。

参照图 1 和 4，本领域的技术人员将看到，内插器 66 不需要精确地估值幅度信号的延时的版本 (见图 4)。例如，精确的幅度值比起根据符
10 号 T 内各个不同的采样时刻的延时的估值的形状并不太重要。例如，对于由符号 T 描绘的大的相位改变的情形，这个形状使得延时的估值在想要的采样点 50 之前达到最大值，以及在想要的采样点 50 之后达到最小值。

减法器 68 检测了在至少部分的符号内在幅度属性上发生的变化。
15 这个幅度改变当数据开关在相位处理器 28 的控制下使其能接通时，被馈送通过该数据开关。如上面所讨论的，相位处理器 28 在时钟调整时机期间使得数据开关 70 能接通。幅度处理器 32 和行程平均滤波器 34 被做成为使得在非时钟调整时机时发生的幅度改变对于符号定时基本上没有影响。

20 在时钟调整时机期间出现的幅度改变数据在锁相环中被用来调整符号时序。具体地，极性被设置成使得减小幅度改变将迫使 VCO 22 滞后时钟信号，从而使采样时刻 50 被移到在符号内的稍后位置。减小幅度的情形在图 4 中被描绘在想要的采样点 50 的左边的区域。同样地，增加幅度改变将迫使 VCO 22 提前时钟信号，从而使采样时刻 50 被移到较
25 前位置。增加幅度的情形在图 4 中被描绘在想要的采样点 50 的右边的区域。

行程平均滤波器 34 和环路滤波器一起可确保由任何单个符号造成的结果对于符号定时只有最小的影响，以及由幅度处理器 32 检测的总的趋向被用来控制符号定时。

30 总之，本发明提供了改进的符号同步设备和方法。本发明可基于每个符号小于两个复数样本来以数字化的方式恢复符号定时。重大的频偏是可容忍的，因为符号定时的调整主要基于幅度属性，该幅度属性已与

复数样本的相位属性分开。由于能容忍频偏以及由于鉴别时钟调整时机，因此本发明快速地获得符号定时。

上面已参照优选实施例描述了本发明。然而，本领域的技术人员就看到，在这些优选实施例中可作出改变和修正而不背离本发明的范围。

- 5 例如，本领域的技术人员将看到，本发明的数字部分可通过使用分立元件或在数字信号处理器内类实现。另外，本领域的技术人员将看到，估值幅度变化的持续时间可以延长或减小，如果延长的话，时钟调整时机可被规定成当特定的相位改变在大于一个符号期间出现时。对于本领域的技术人员显而易见的这些和其它的改变与修正，打算被包括在本发明的范围。
- 10



